



MASARYKOVA UNIVERZITA
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
ÚSTAV FYZIKÁLNÍ ELEKTRONIKY

kurz Fyzika ve firmě

v rámci projektu Inovace výuky aplikované fyziky na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity, podporovaného z operačního programu VpK

Za SHM, s.r.o. – RNDr. Pavel Holubář a Mojmír Jílek jr.

SHM / PIVOT – představení firem

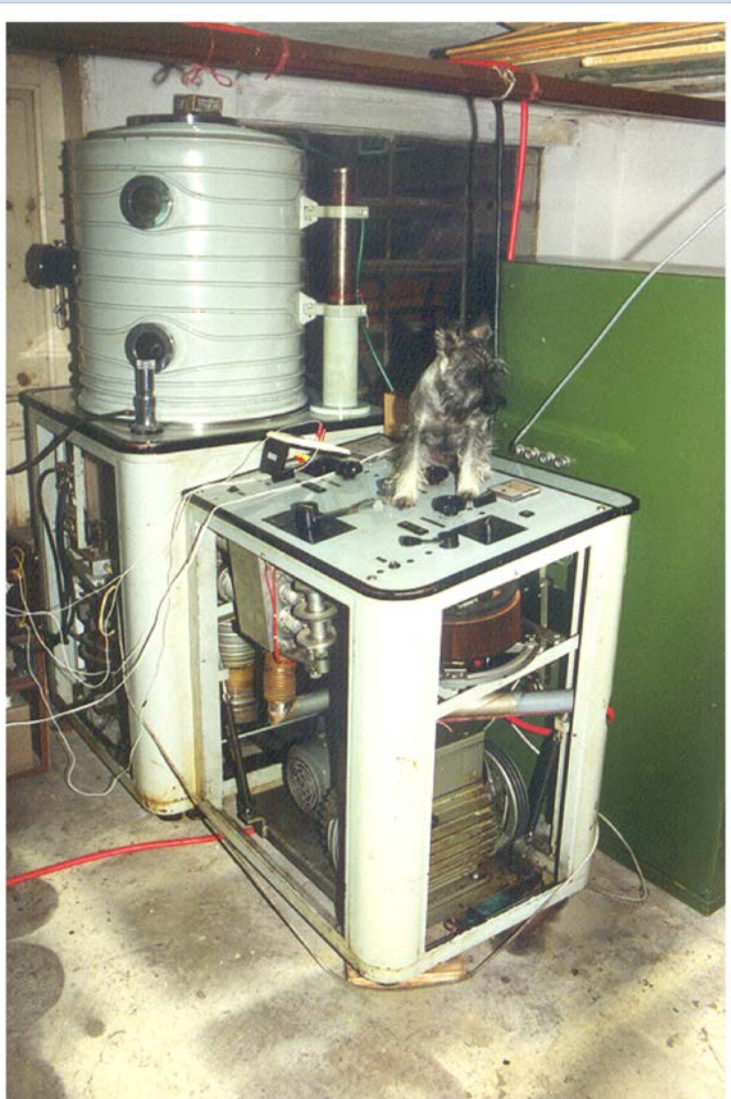
SHM, s.r.o. / PIVOT a.s. / SHM Slovakia, s.r.o.
Průmyslová 3 / Nádražná 329
787 01 Šumperk / 015 01 Rajec

Tel.: +420 583 24 11 76

Fax: +420 583 24 13 04



1992 – „garážový vývoj“ budoucích obchodních partnerů



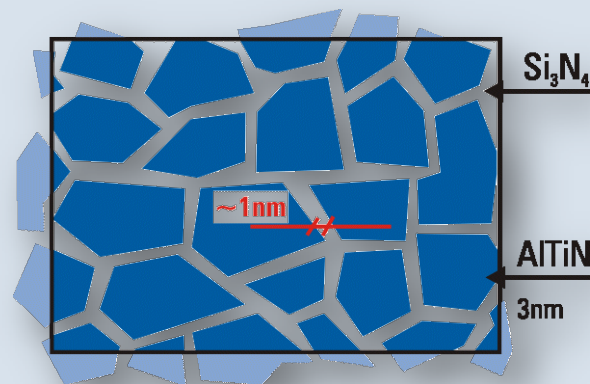
1993 – založení společnosti SHM
M. Jílek a P. Holubář



1995 – vývoj a zahájení výroby nanokompozitních vrstev nc- $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}/\text{a-Si}_3\text{N}_4$



Prof. Li Shi Zhi

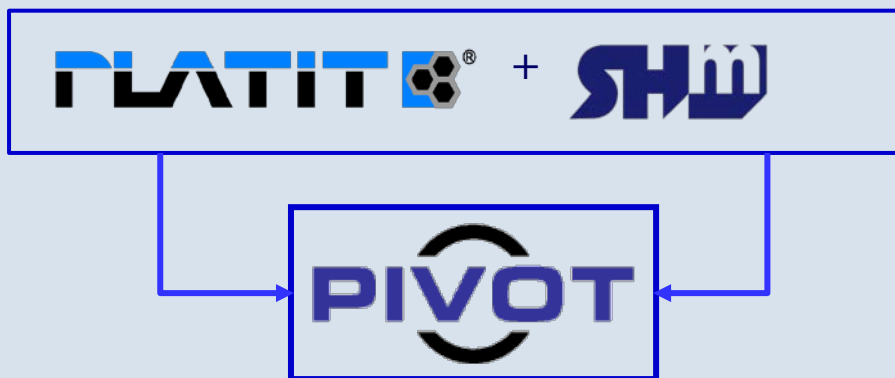


1996 – zahájení dlouhodobé vědecké spolupráce s Prof. S. Vepřkem –
TU Mnichov
nanokompozitní vrstvy

První firma na světě s průmyslovou
výrobou nc-povlaků

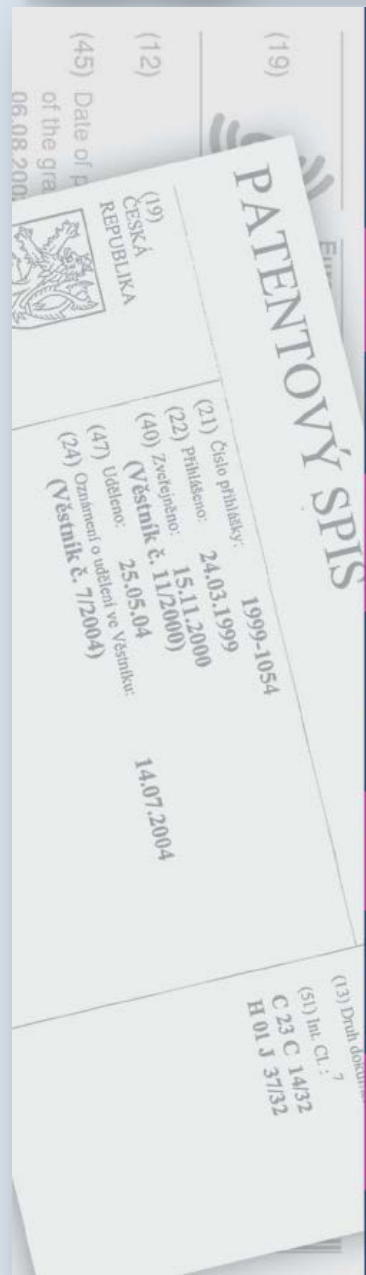


2002 – založení společného podniku se švýcarskou firmou PLATIT AG – PIVOT a.s.



2006 – založení SHM Slovakia





93	Založení SHM
95	První nanokompozitní povlaky TiAlSiN
98	Ochranná známka MARWIN®
99	Patent chránící složení a strukturu nanokompozitních povlaků TiAlSiN (MARWIN®)
00	Patent chránící uspořádání PVD technologie s rotačními katodami - dále uplatňováno ve všech zařízeních SHM
04	Představení kluzných povlaků LUBRIK
04	Představení dalšího nanokompozitního povlaku ALWIN® (CrAlSiN)
10	Představení nové skupiny PVD povlaků DARWIN® (nová technologie DARWIN®)

SHM - milníky v technologii



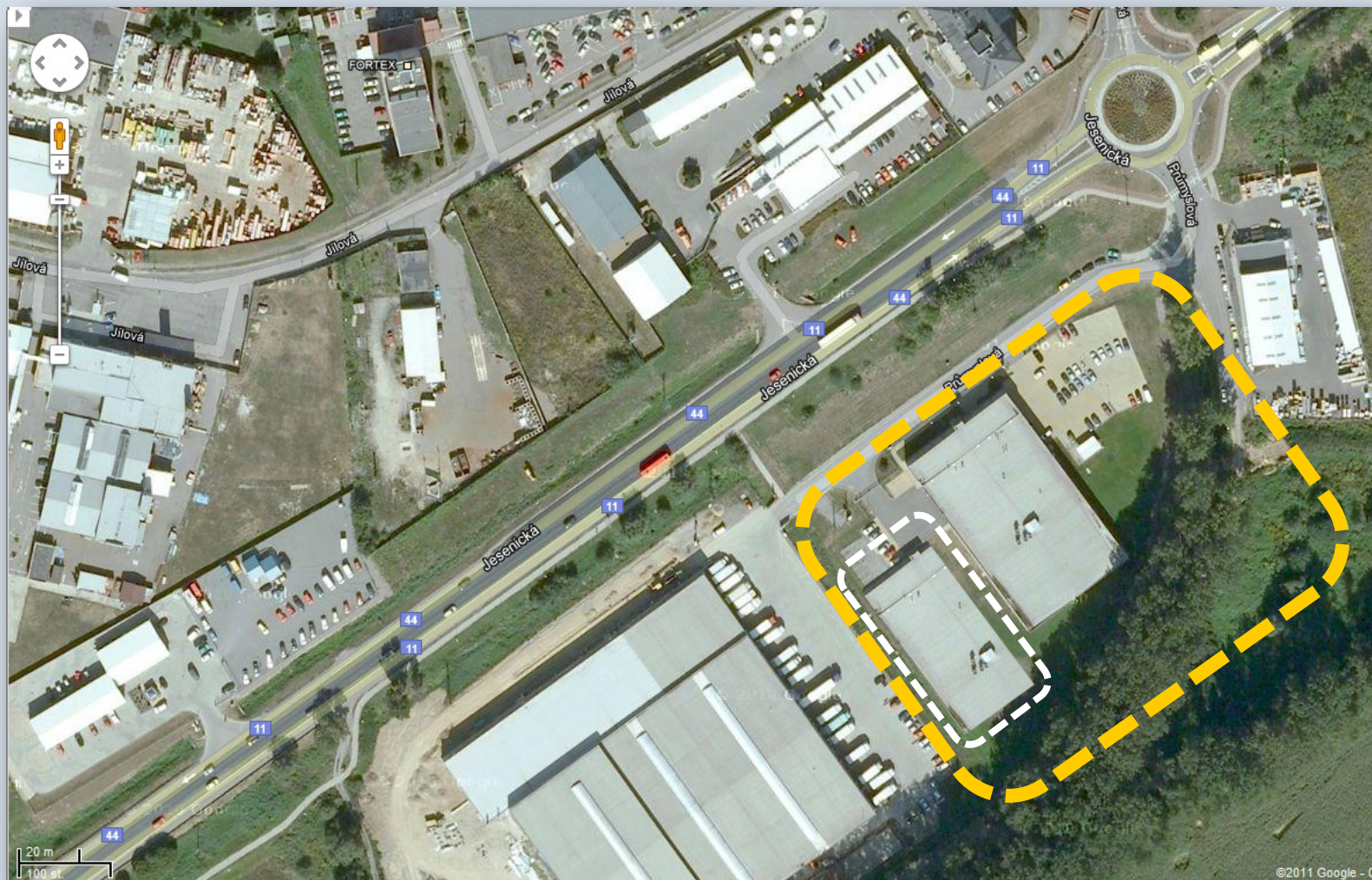


2004 – 1.etapa výstavby / 2007 – 2.etapa výstavby = současný stav

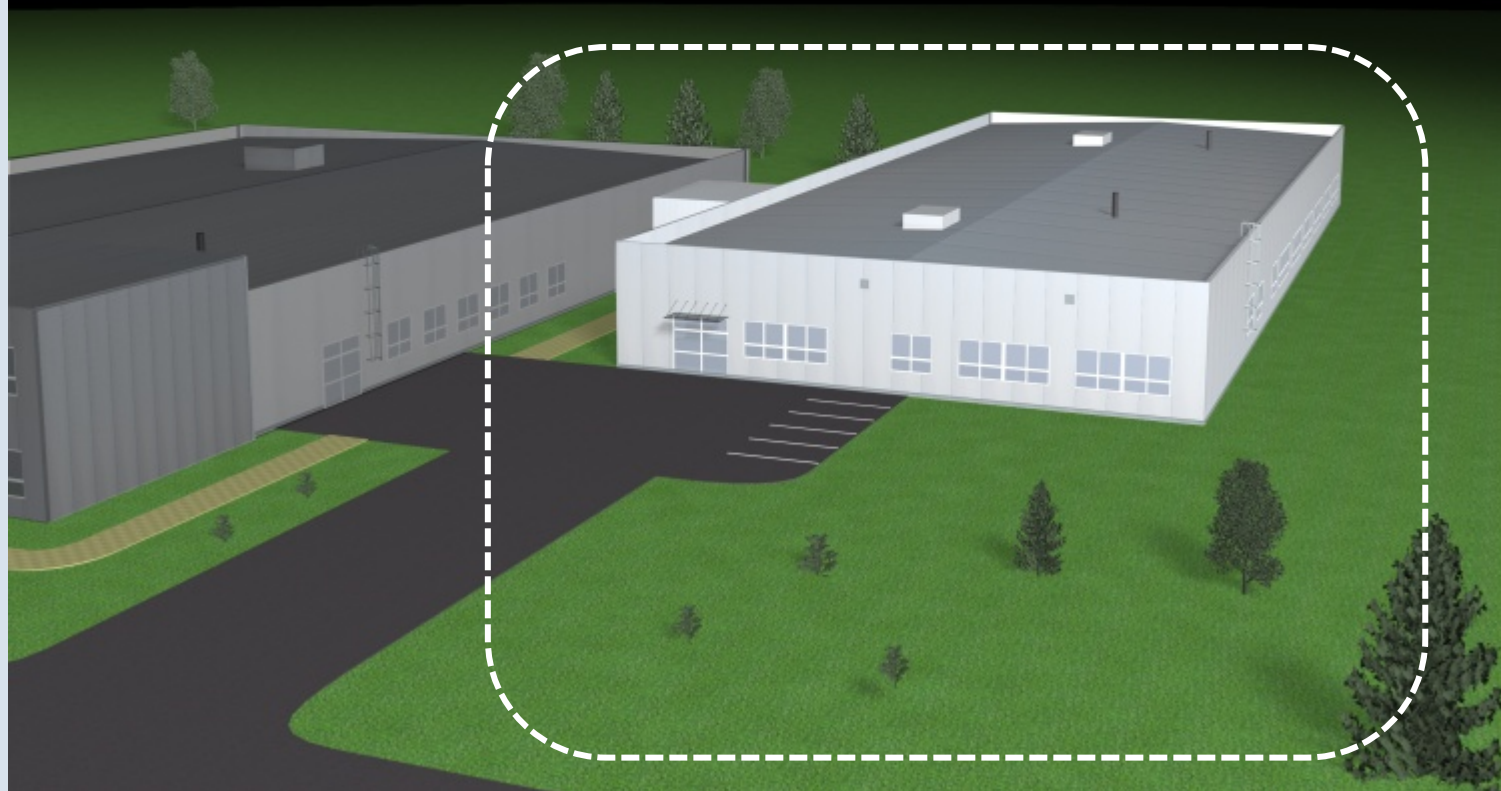




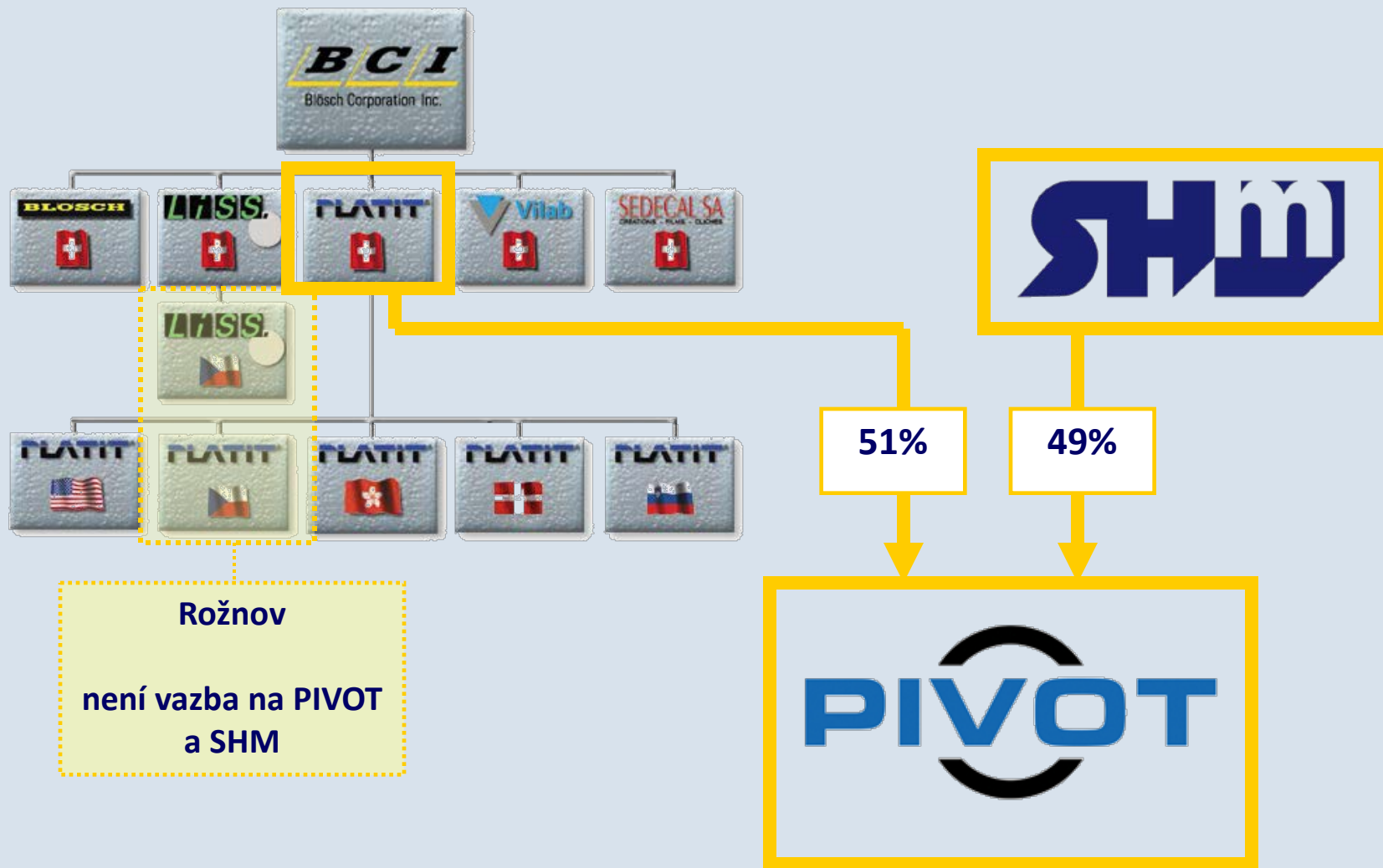
Projekt POTENCIÁL (MPO) – Vá Stavba VaV Centra
září 2011- červenec 2012



Projekt POTENCIÁL (OPPI) – Výstavba VaV Centra
září 2011- červenec 2012



Stavba = přibližně CZK 25 mil / Technologie = přibližně CZK 35 mil
Podpora z projektu = CZK 27,5 mil (EU a MPO ČR)



Fakta o SHM / PIVOT

	SHM	SHM SK	PIVOT
rok založení	1993	2006	2002
zaměstnanci v roce založení	4	10	9
zaměstnanci 2011	77	8	54
objem výroby v hlavních segmentech 2010	3,4 mil VBD 125 tis ON*)	60 tis ON	20 PVD zařízení
Objem výroby v hlavních segmentech 2011	4,2 mil VBD 150 tis. ON **)	75 tis ON	22 PVD zařízení

*) v r. 2010 došlo k výraznému nárustu v povlakování „nástrojů“ – není uvedeno v tabulce

***) v r. 2011 se podíl „nástrojů“ blíží 50% ON v Kč



Projekty – součást podnikatelské filozofie



NACODRY – Success Story



Certifikace a systém řízení jakosti – profesionalizace a zvyšování firemní hodnoty

Podpora organizacím ze strany
(plán)

PIVOT

Organizace	Částka (Kč)
VŠ - Bc. Studie	20 000
Charita	50 000
Porta Viva	30 000
Pontis	50 000
Klub sportovců	10 000
CELKEM plán	320 000

SHM

Organizace	Částka (Kč)
Dětský klíč	50 až 100 000
Kino Oko	60 000
Vila Doris	30 až 40 000
BluesAlive	25 000
Asistenční pejsek	100 000
CELKEM plán	320 000



**ČESKÁ FIRMA
ČESKÝ VÝROBEK
SVĚTOVÁ KVALITA**



ČESKÁ FIRMA

Firma SHM byla založena v r.1993 dvěma společníky, panem Pavlem Holubářem a Mojmírem Jílkem. Firma je po celou dobu své existence stále jejich výhradním vlastnictvím.



ČESKÝ VÝROBEK

PVD povlaky řady MARWIN, ALWIN a LUBRIK jsou výsledkem vlastního vývoje. Vývoj i výroba probíhá na PVD zařízeních vlastní konstrukce a výroby. Technologie a PVD povlaky jsou chráněny několika českými a mezinárodními patenty a ochrannými známkami.

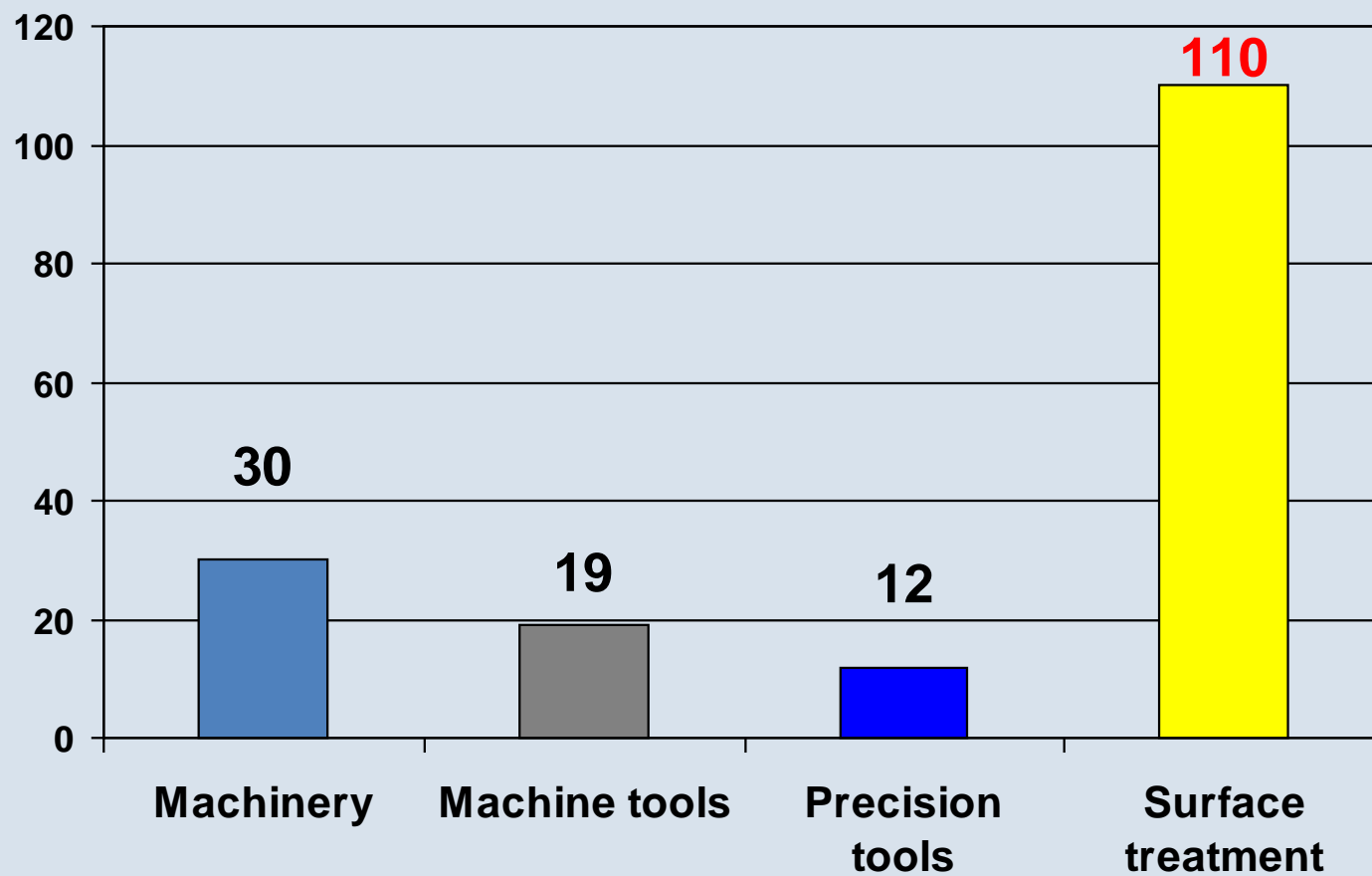


SVĚTOVÁ KVALITA

Patentované PVD technologie využívající rotační elektrody k odpařování materiálu, které jsou využívány pro přípravu nanokompozitních vrstev, jsou vyváženy do celého světa v povlakovacích zařízeních PI80 a PI300. Tato zařízení, která vyrábí dceřinná firma PIVOT, jsou již dnes ve 25 zemích světa. To potvrzuje světovou kvalitu připravovaných vrstev. Firma SHM drží světové prvenství v zahájení průmyslové přípravy nanokompozitních vrstev typu MARWIN již od roku 1995.

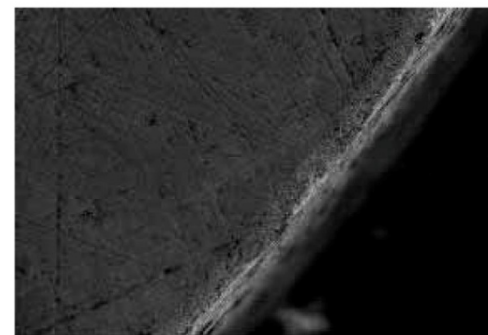
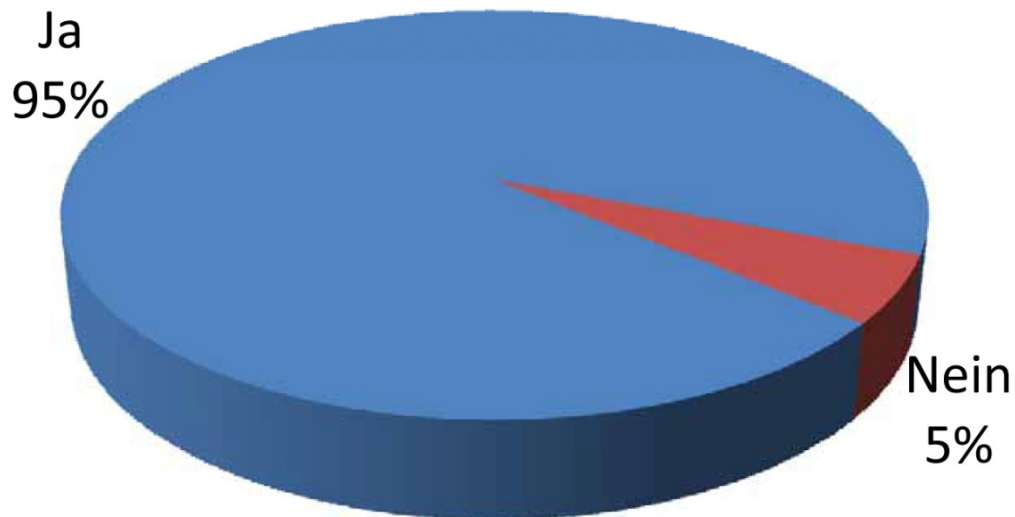
Význam trhu v PVD povlacích

Obchodní nárůst do r. 2006 – Německo; r. 2000 = 100%

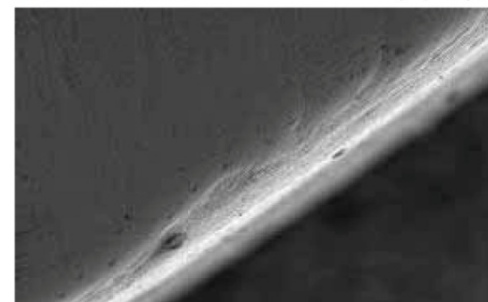


Otázka pro německé výrobce nástrojů

Beschäftigen Sie sich mit der Schneidkantenpräparation bzw. der Mikrogestaltung von Schneiden geometrisch bestimmter Zerspanwerkzeuge?



■ Planschleifen ┆ 10 μm



■ Strömungsschleifen ┆ 10 μm

PIVOT

Turnkey Solutions

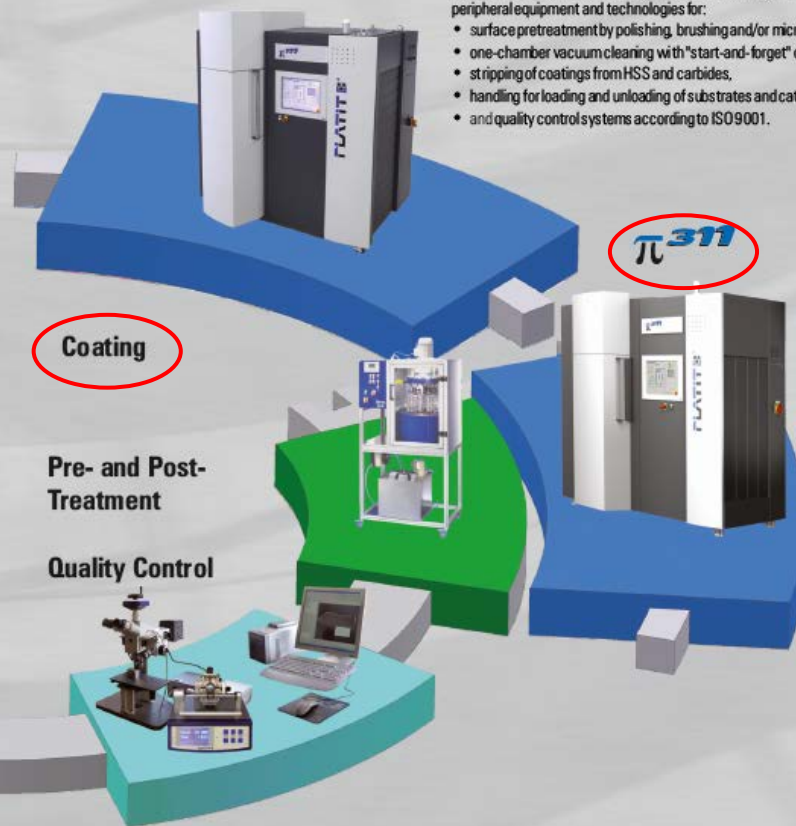


The new generation of compact units

The integration of flexible coating into the manufacturing production requires complete turnkey solutions.

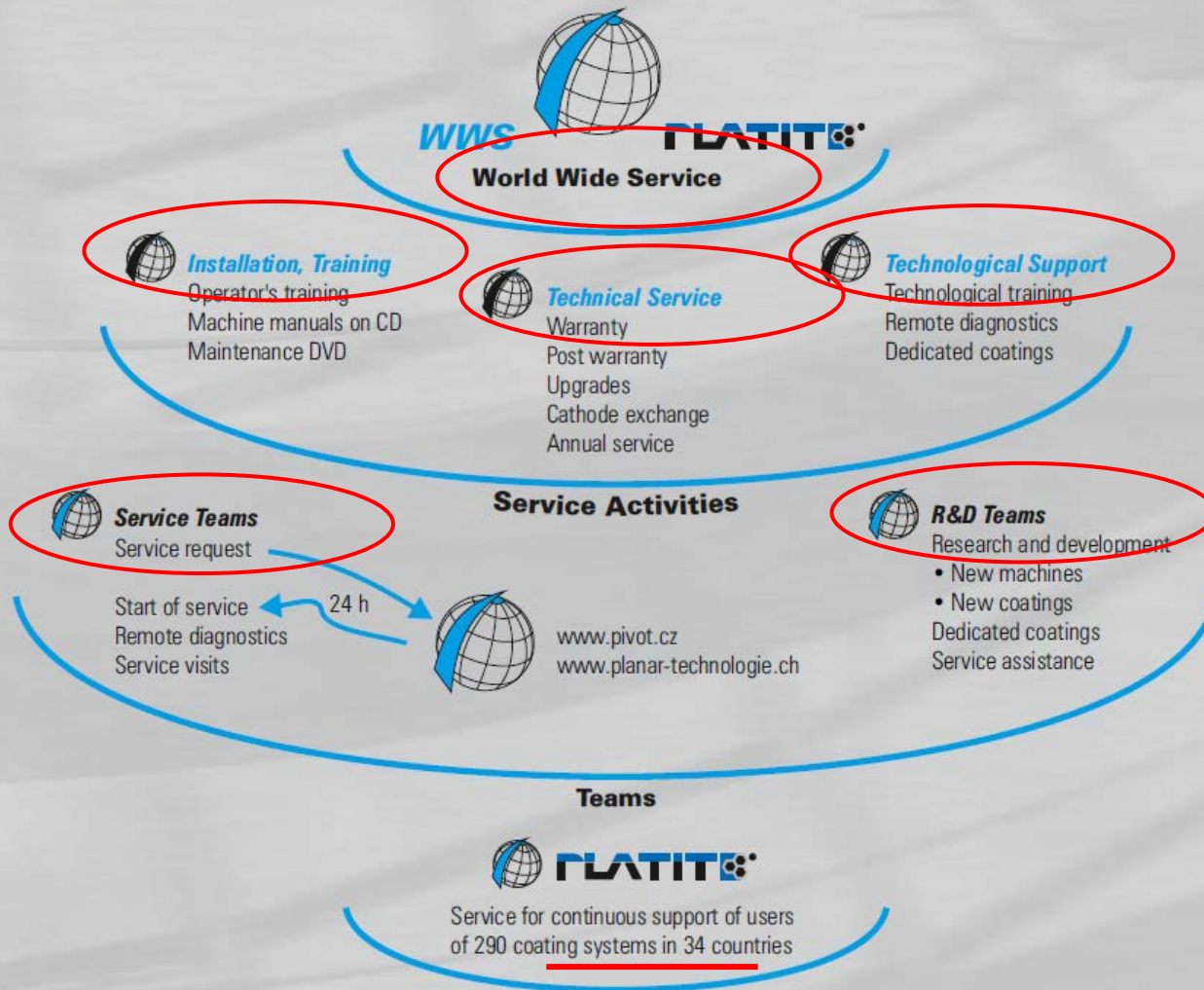
PLATIT offers complete coating systems including all necessary peripheral equipment and technologies for:

- surface pretreatment by polishing, brushing and/or micro blasting,
- one-chamber vacuum cleaning with "start-and-forget" operation,
- stripping of coatings from HSS and carbides,
- handling for loading and unloading of substrates and cathodes,
- and quality control systems according to ISO9001.





World Wide Service





k 26.10. 2011 bylo v 34 zemích světa instalováno 150 PVD zařízení vyvinutých a vyrobených ve firmě PIVOT to vše od r.2003 do r.2010

Table 2: EEA-wide and global merchant market shares for thin-film coating equipment⁵⁹

	EEA	Worldwide
Oerlikon	[10-20]%	[5-10] %
Sulzer	[5-15] %	[0-5]%
Combined	[15-30]%	[5-15]%
CemeCon	[10-25]%	[10-15]%
Platit	[20-35]%	[20-25]%
Hauzer	[15-30]%	[15-20]%
Kobelco	-	[25-30]%
Others (incl. IonBond, Eifeler)	[10-15]%	[0-10]%

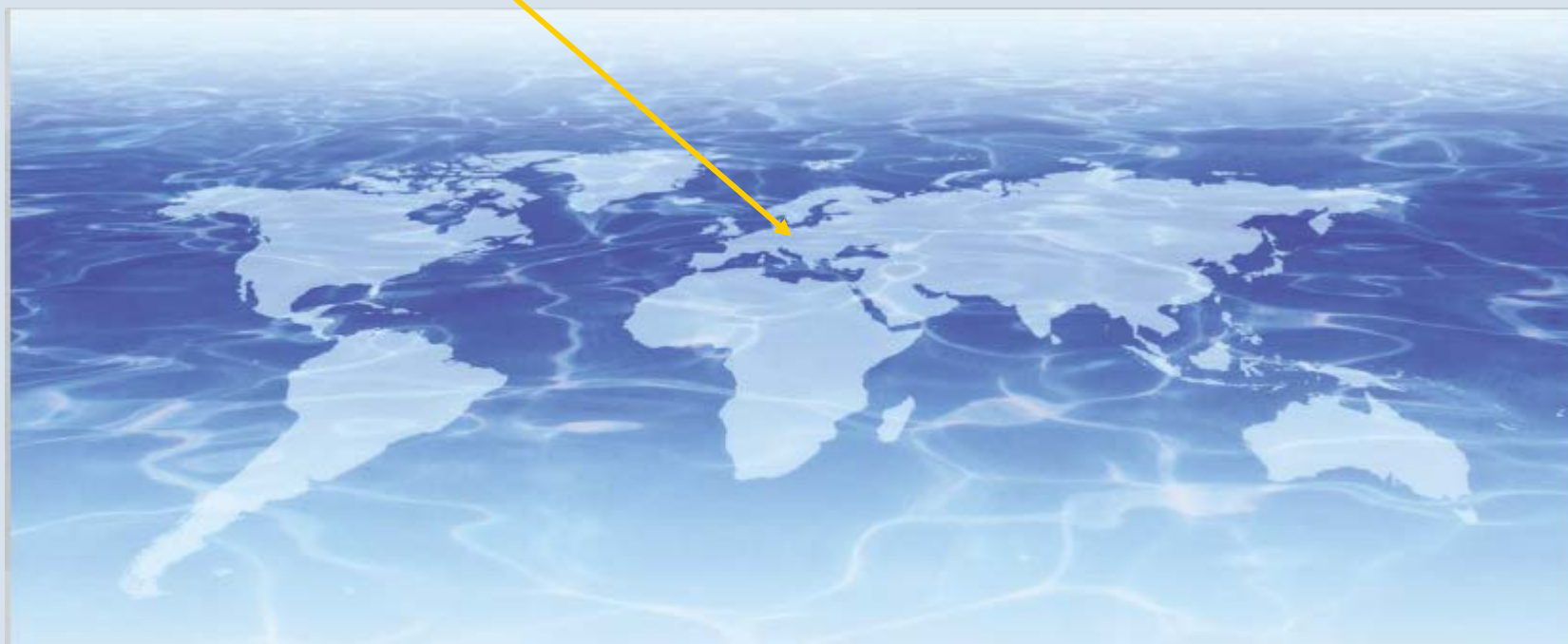
Source: Parties' Best Estimates (corrected with regard to Kobelco's absence of EEA sales)

SHM

PIVOT

lokální role

globální role



Technologie, PVD povlaky, Nanokompozity, Aplikace

- + PVD a CVD povlaky a technologie
- + Jak povlak funguje a proč povlakovat
- + Architektura a složení povlaků
- + Technologický cyklus – komplex technologie povlakovacího centra
- + Nanokompozitní povlaky
- + Příklady aplikací PVD povlaků SHM

OTĚRUVZDORNÉ TVRDÉ A SUPERTVRDÉ VRSTVY

Rozdělení tvrdých otěruvzdorných vrstev

CVD - Chemical Vapour Deposition

PVD - Physical Vapour Deposition

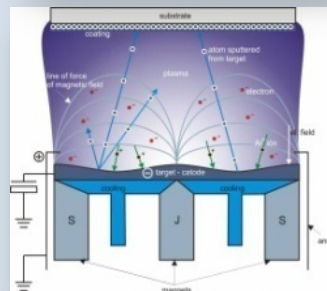
Metoda **CVD** je nejpoužívanější pro přípravu vrstev za vysokých teplot nad 900° C na nástroje ze slinutého karbidu a zahrnuje povlaky obvykle na bázi TiN, TiCN a AL_2O_3 a diamantu.

Metody **PVD** byly vyvinuty především pro účely povlakování ocelových nástrojů za nízkých teplot - nejužívanější typy vrstev jsou TiN, TiCN, CrN, ZrN a v současné době nejúspěšnější vrstvy na bázi TiAlN a CrAlN. Dnešní sortiment různých PVD povlaků přesahuje 250 typů!

Povlakovací technologie

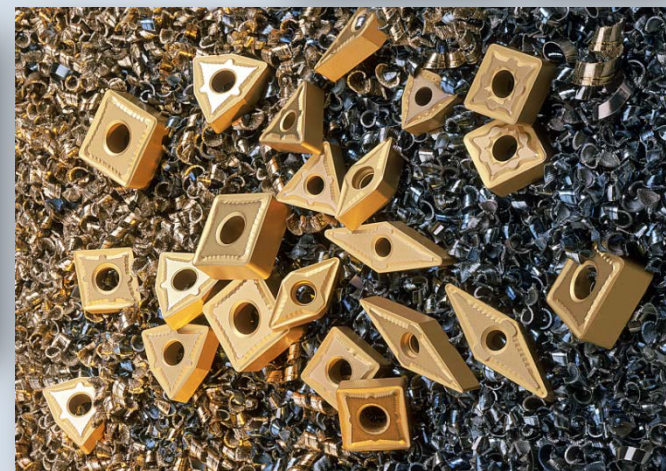
PVD

- + odpařování nízkonapěťovým obloukem
- + magnetronové naprašování



CVD

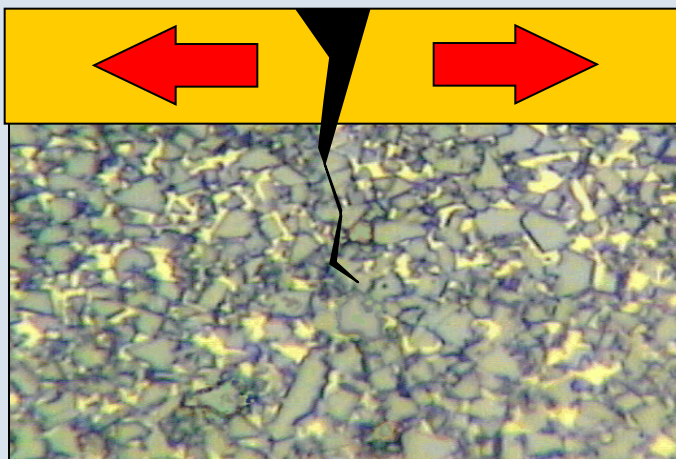
- + tepelně-chemické nanášení



DRUH POVLAKU - POVLAKOVACÍ METODA

CVD

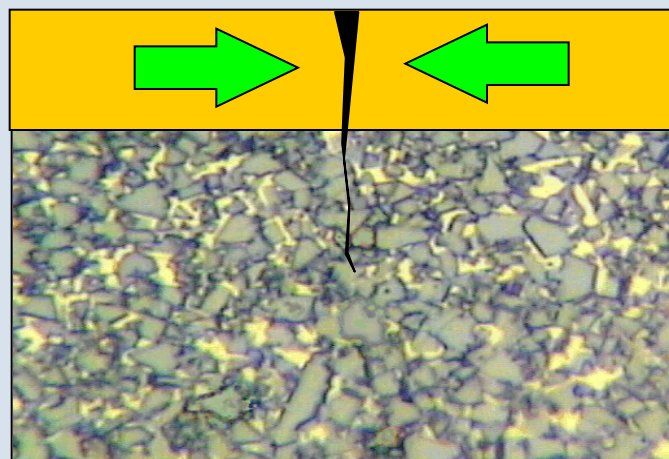
(MTCVD)



soustružení

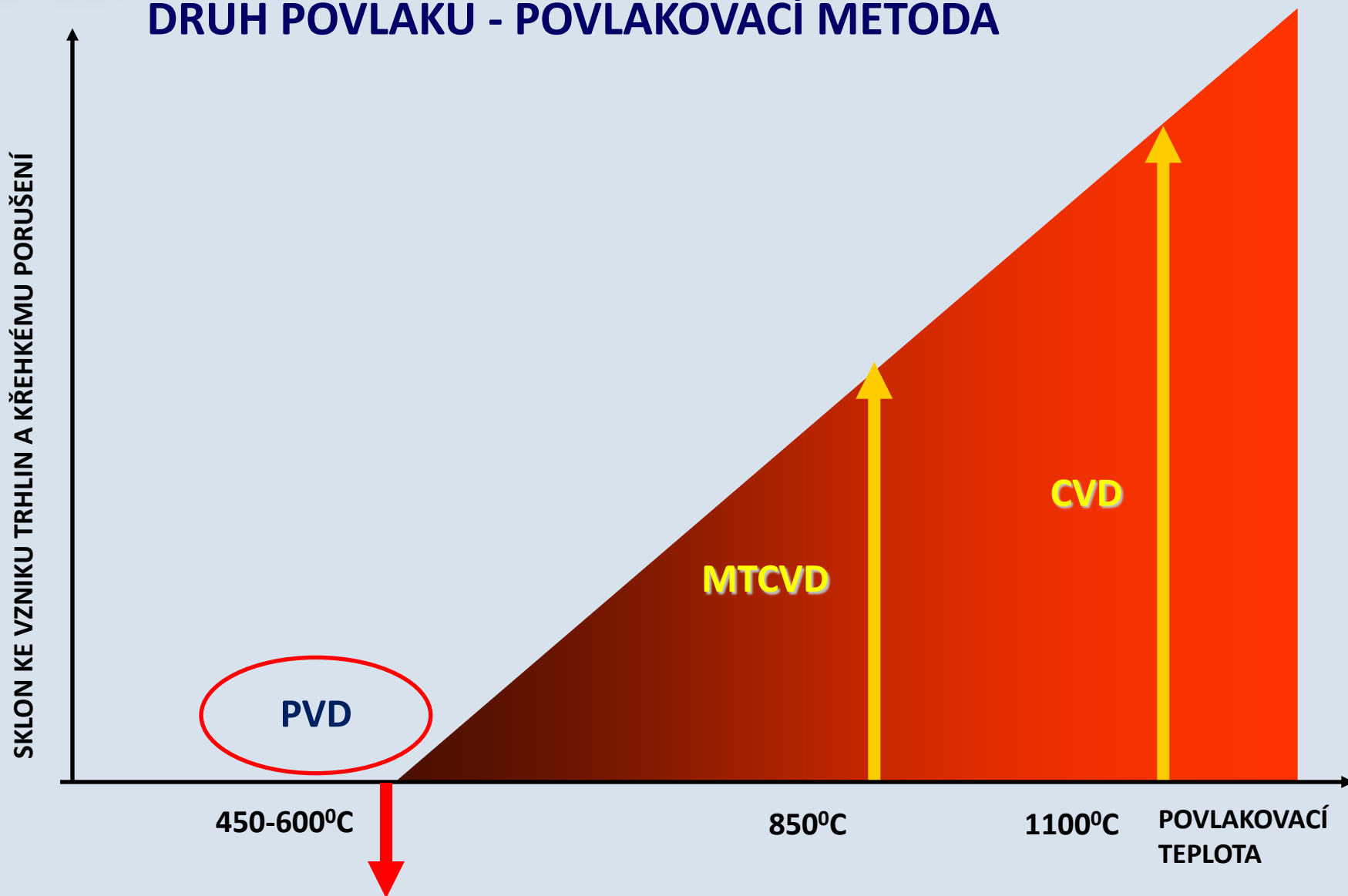
PVD

(PACVD)



frézování

DRUH POVLAKU - POVLAKOVACÍ METODA



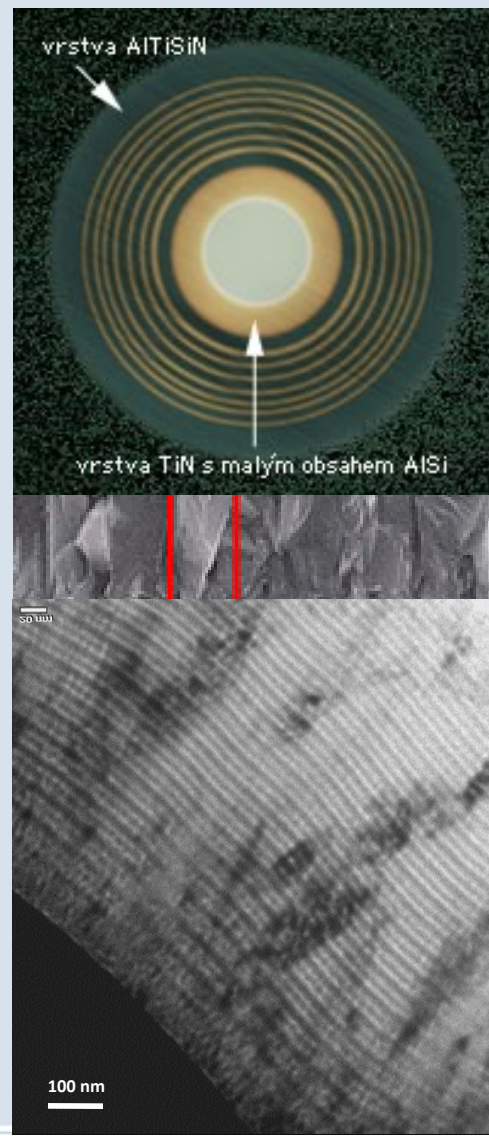
Jak PVD povlak funguje a proč povlakovat ?

Vlastnost	Tvrdoost	Tepelná stabilita	Afinita povlaku k obrobku	Tepelná vodivost
Velikost	15 – 45	150 – 1100	0,05 – 0,8	10 - 50
Parametr	GPa	°C	Koeficient frikce	W/K * m

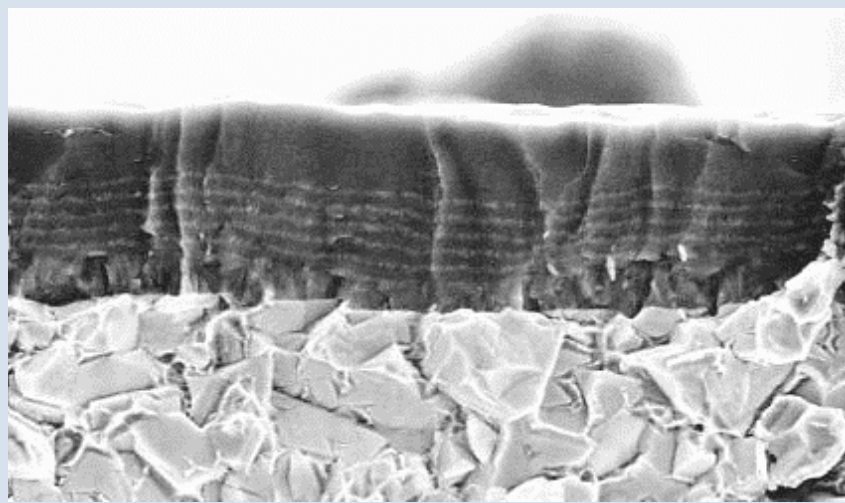
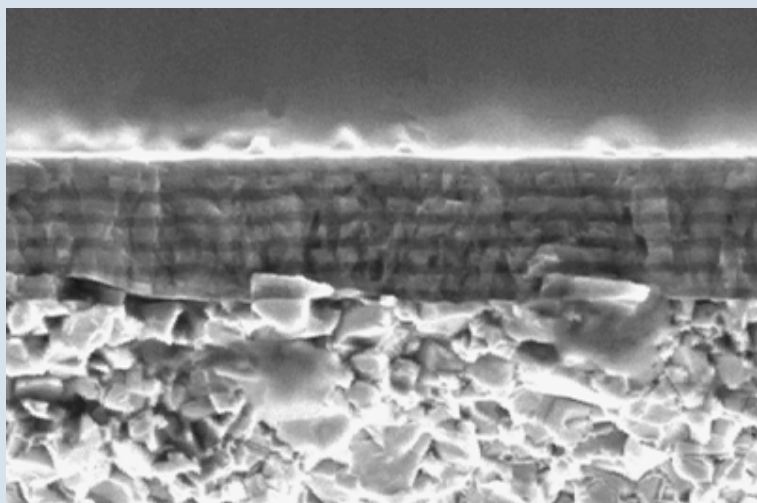
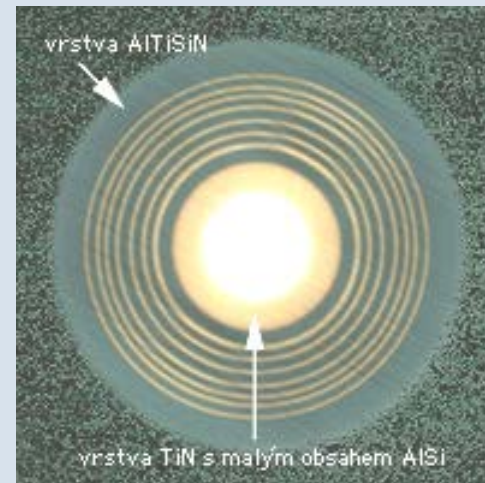
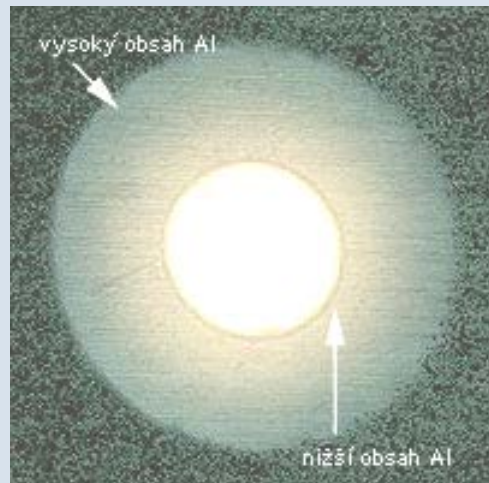
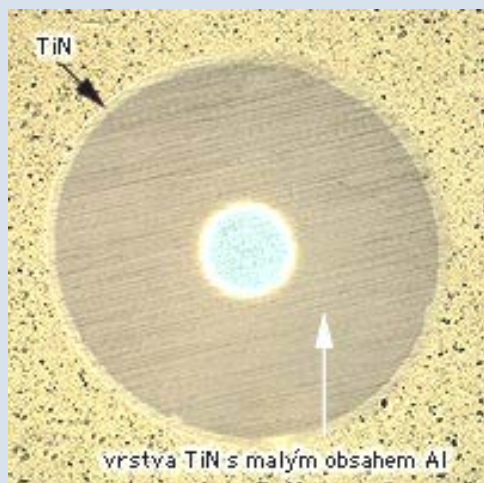
materiál, geometrie, povlak, řezný proces

Architektura povlaku - jak povlak vypadá ?

- ✚ tloušťka povlaku
 - soustružení, VBD = 4 – 10 μm
 - frézování, ON = 2 – 3 μm
- ✚ makrostruktura (μm)
 - monovrstva, gradient, multivrstva, kombinace
- ✚ mikrostruktura (nm)
 - kolumnární, fine-grade, amorfní
 - super-mřížka, nanovrstva
 - nanokompozit

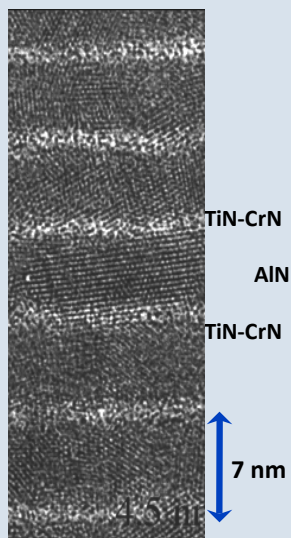


Architektura povlaku - jak povlak vypadá ?

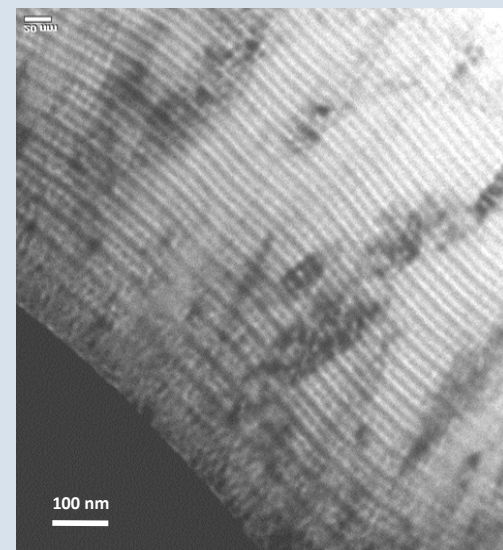
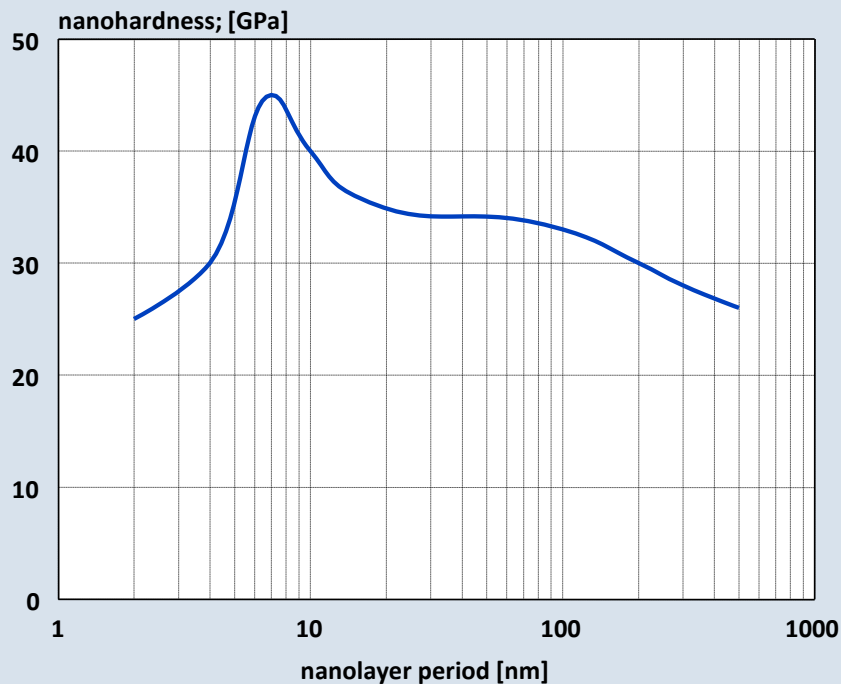


Architektura povlaku - jak povlak vypadá ?

supermřížka (superlattice nanolayers)

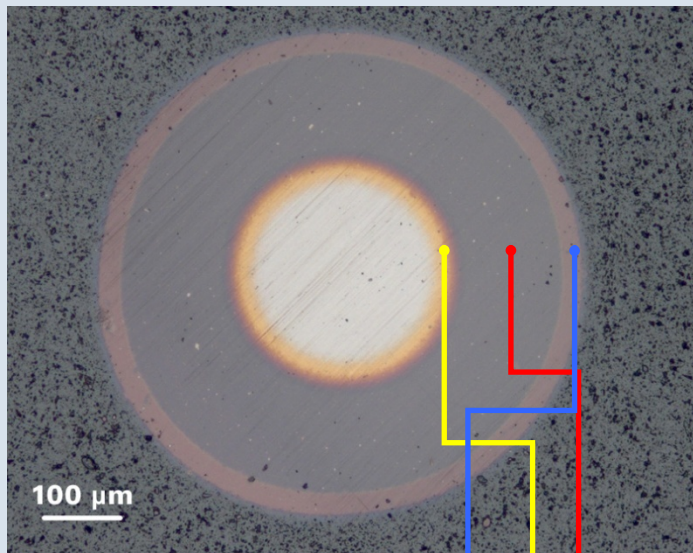


Source:
Northwestern University, IL, USA



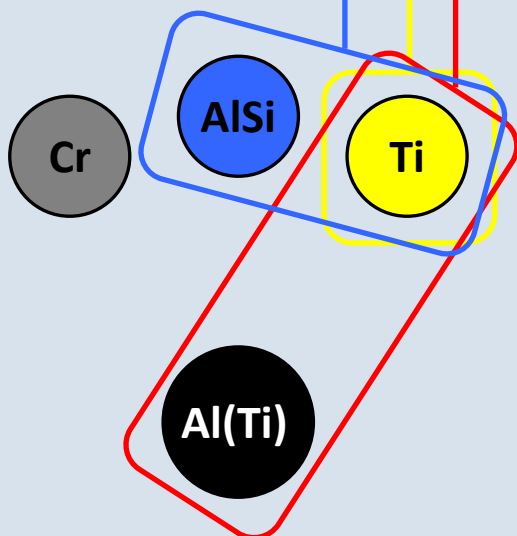
Architektura povlaku - jak povlak vypadá ?

TripleCoatings³® MARWIN



Použití: univerzální, zejména frézování kalených materiálů a soustružení

- TiN** - Adhezní vrstva s Youngovým modulem podobným substrátu
 - Hladký přechod mezi substrátem a povlakem
- AlTiN** - Hlavní část vrstvy s nízkým vnitřním stresem a vysokou houževnatostí
 - Vysoká tvrdost a odolnost vůči otěru
- AlTiN/SiN** - Top vrstva – výjimečná tepelná bariéra
 - Vysoká tvrdost a odolnost vůči abrazi



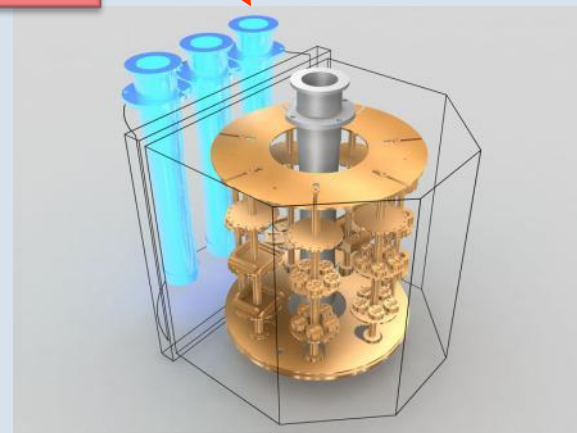
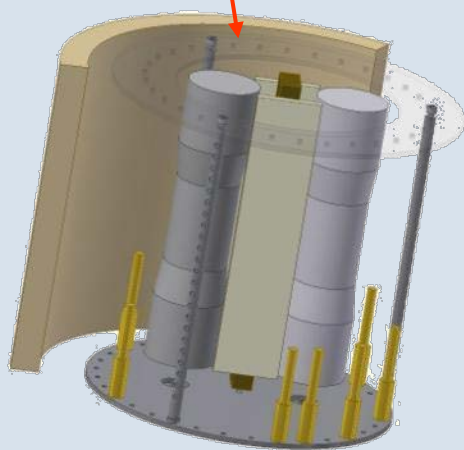
PVD povlakovací zařízení používána v SHM

PVD proces

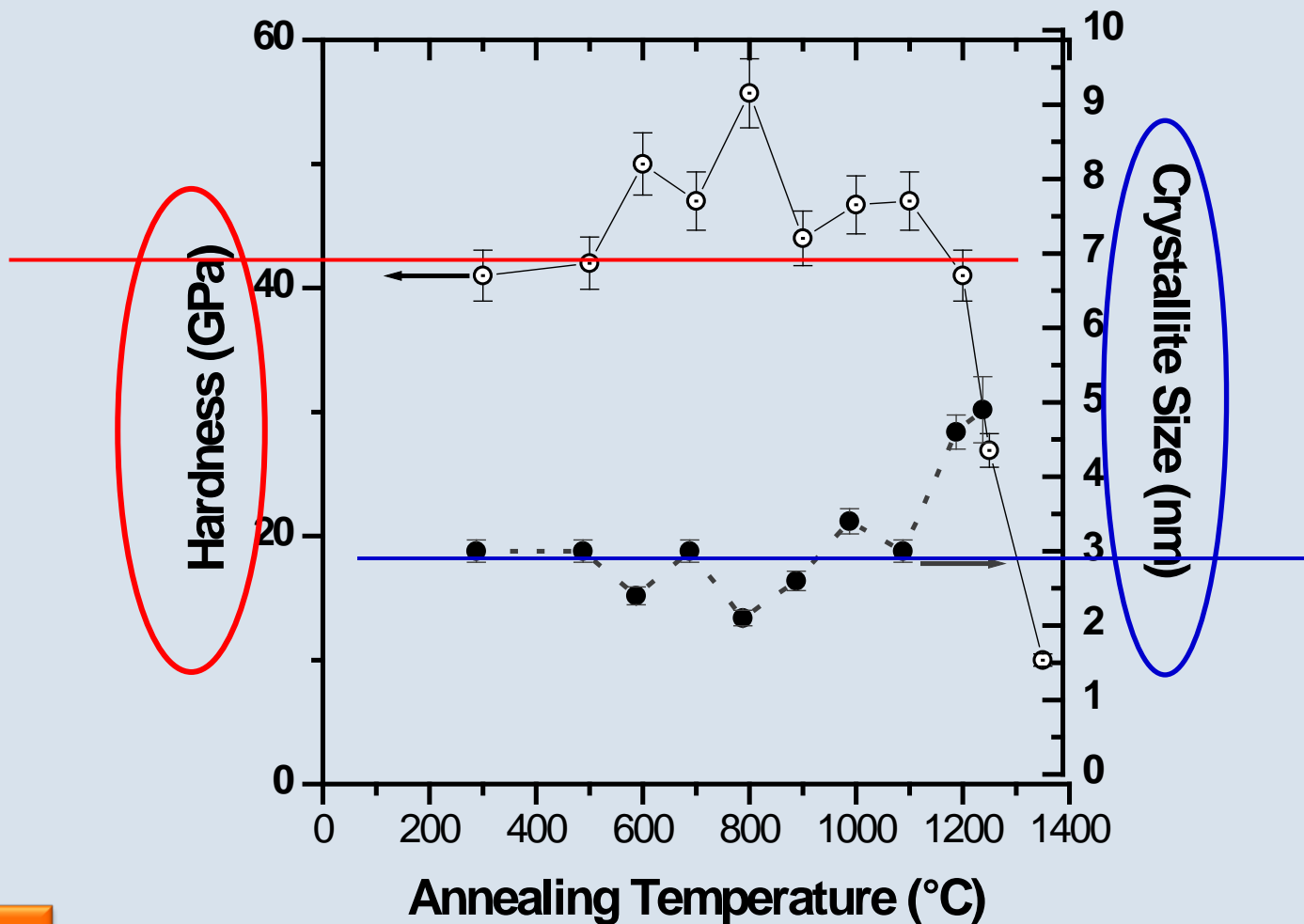


5x ORM

5x Pi300

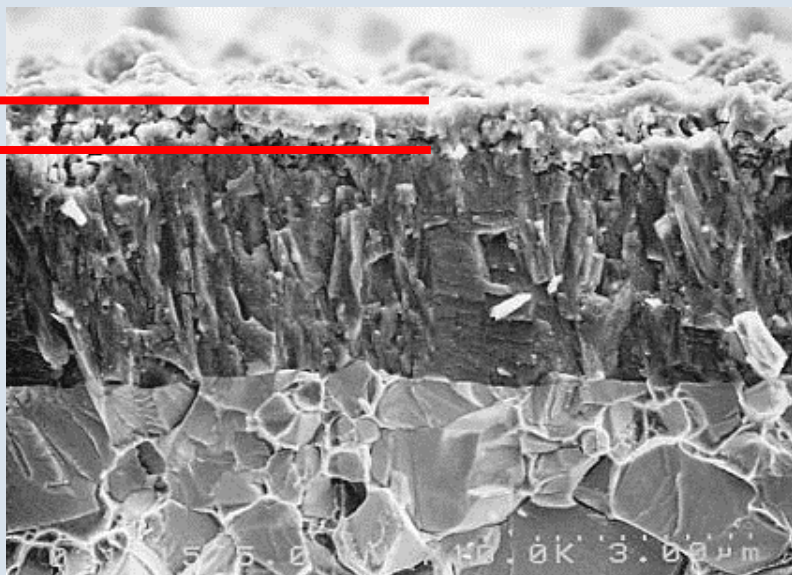


Nanokompozitní povlaky

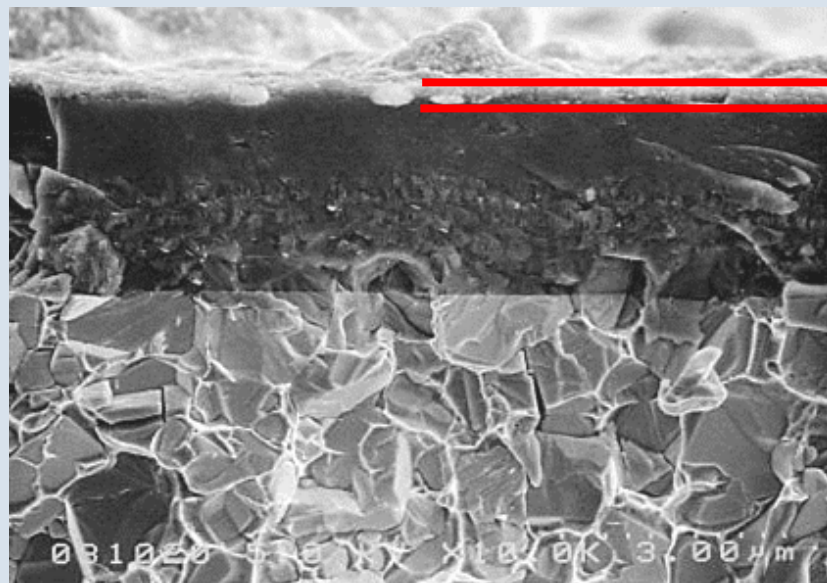


Nanokompozitní povlaky

Žíhání při teplotě 900°C na vzduchu, 60 min

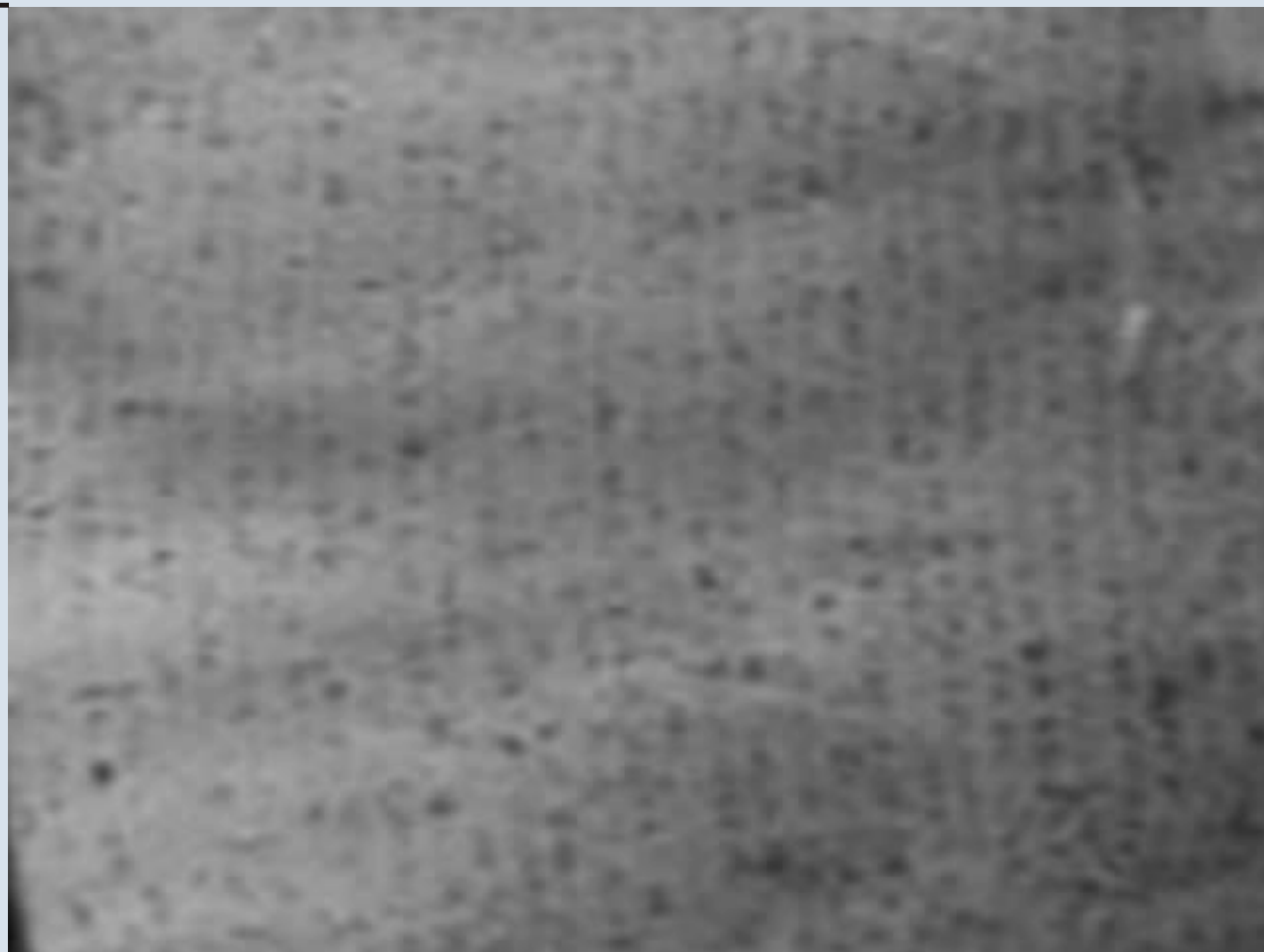
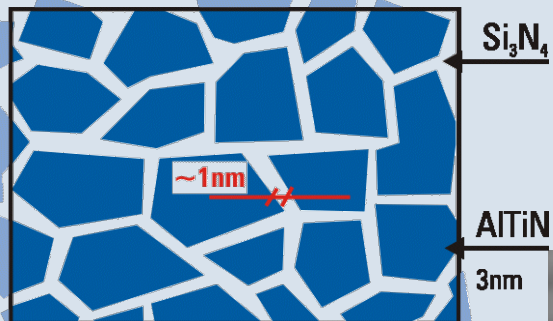


AlTiN povlak



TiAlSiN (nanokompozitní) povlak

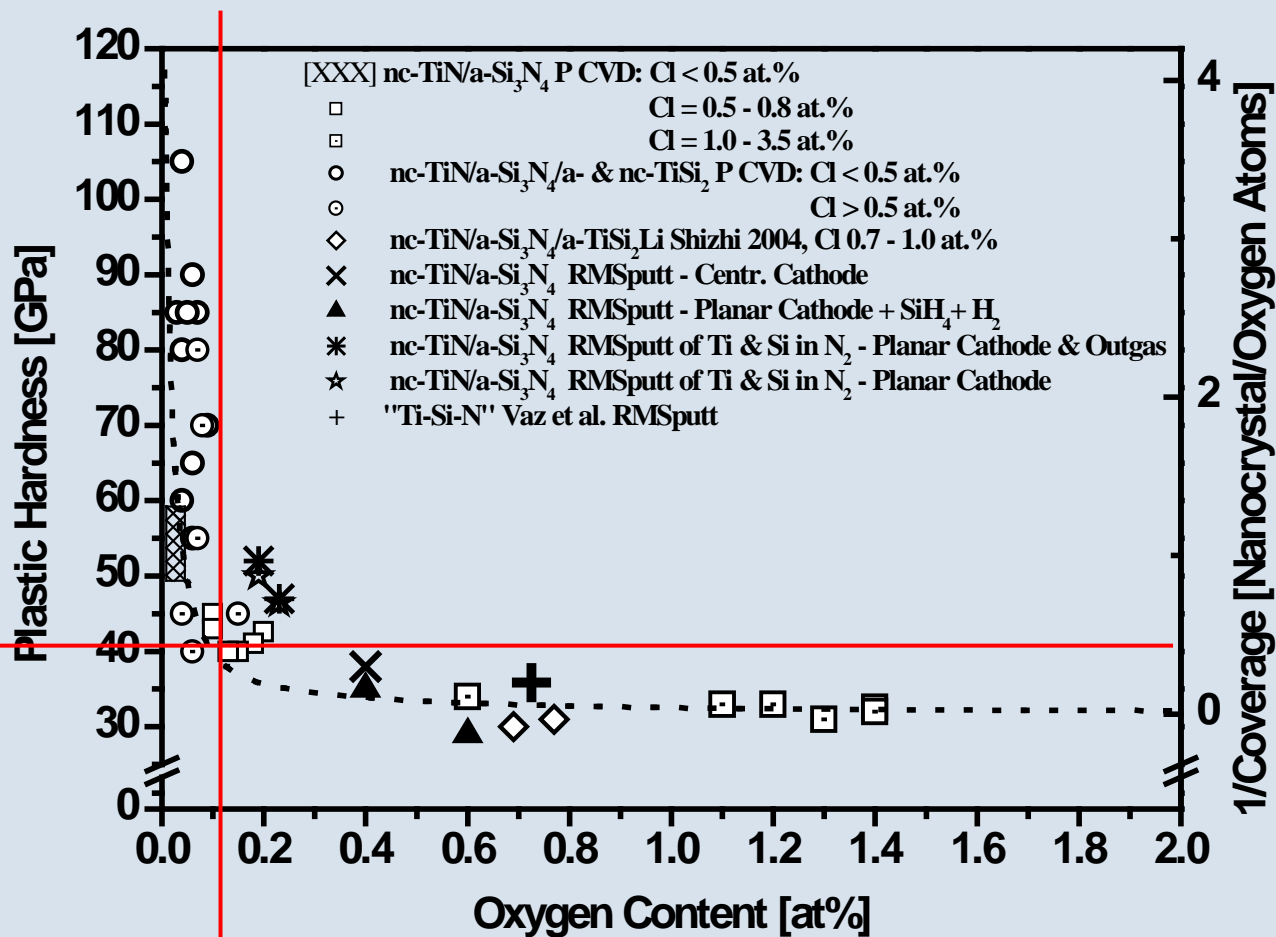
Nanokompozitní povlaky



Nanokompozitní povlaky

Vliv obsahu kyslíku na tvrdost povlaků

Obsah $O_2 \leq 0,1 \text{ at } \%$



AICrN

(EMO 2003)



Advantages:

- higher heat resistance than AlTiN,
- achieves a better adhesion and higher coating thickness than AlTiN

Disadvantages:

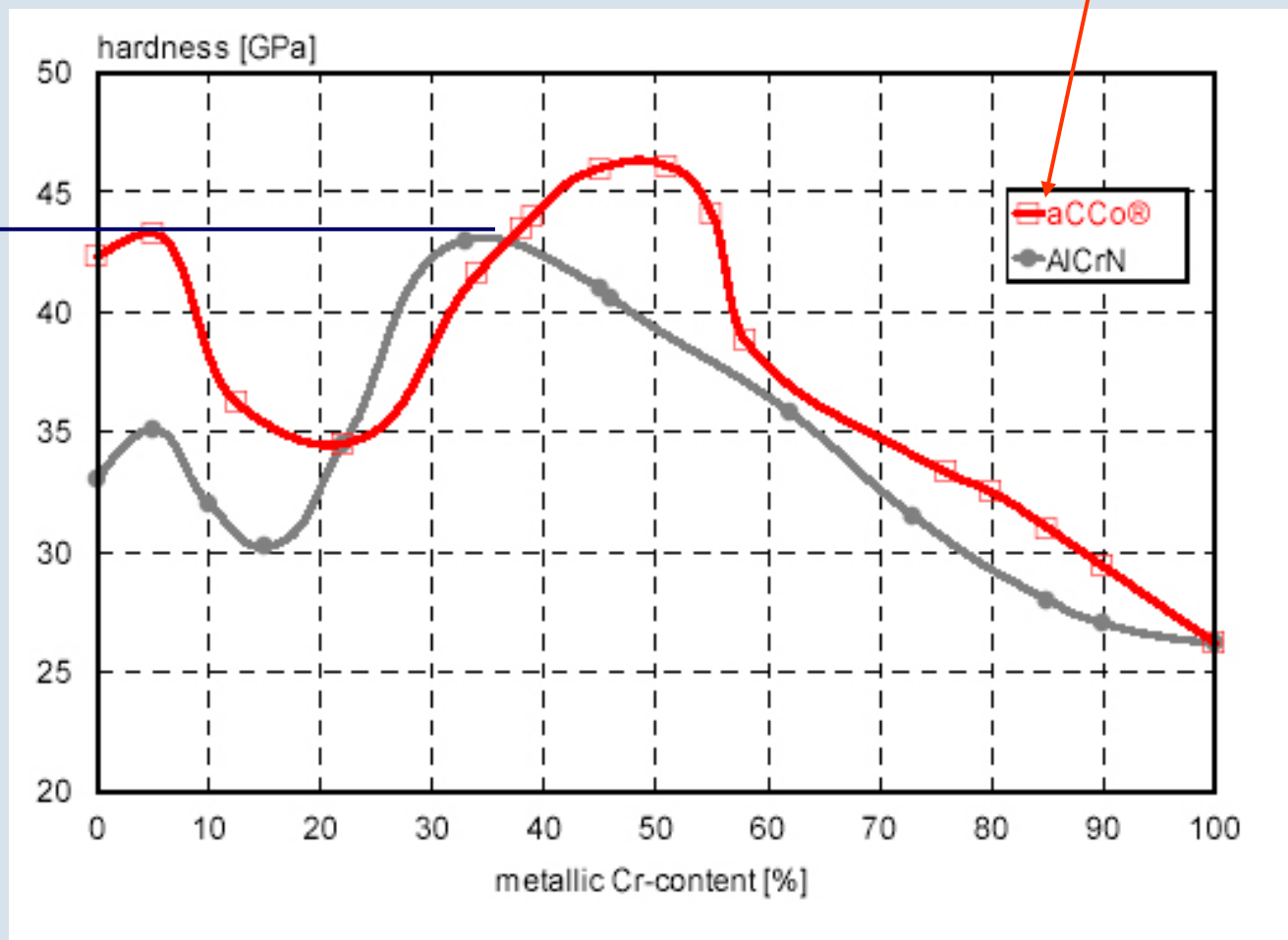
- softer than AlTiN at similar Al content
- Cr targets are very expensive
- hard to decoat from carbides

E-MRS Spring Meeting, Strasbourg, 24.5. – 28.5.2004

Future, Challenges – (AlCr)N/Si₃N₄

(AlCr)N/Si₃N₄

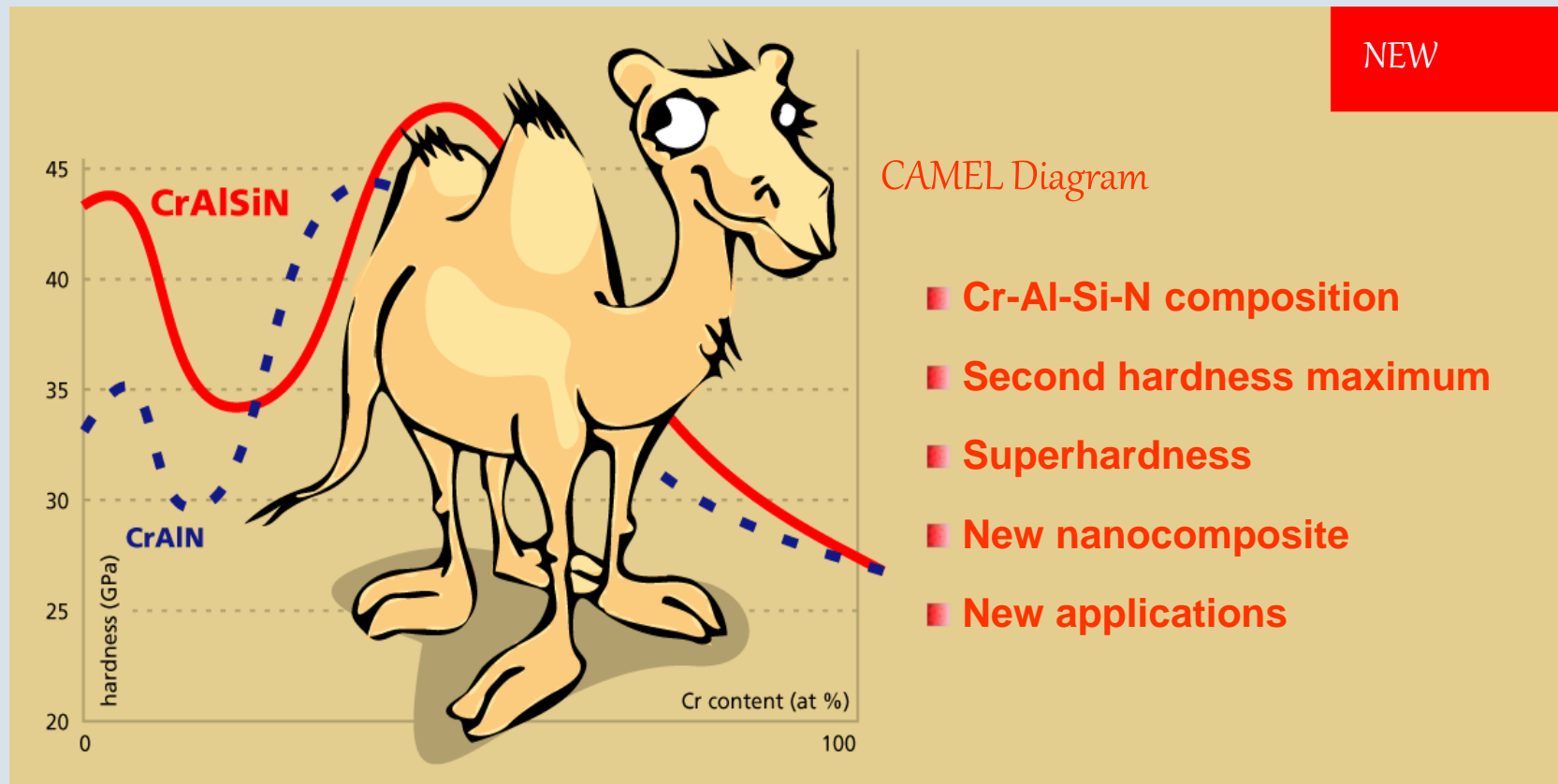
second maximum



Od 2003

E-MRS Spring Meeting, Strasbourg, 24.5. – 28.5.2004

● Future, Challenges – (AlCr)N/Si₃N₄



Od 2003

DARWIN

Povlak AlTiN



Doporučený podkladový materiál

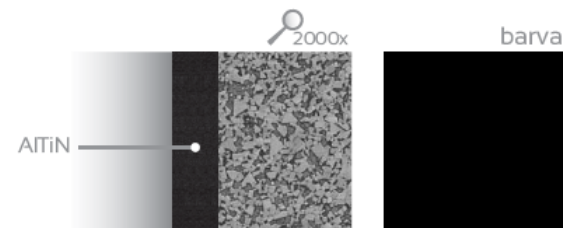
HM, HSS

Charakteristika

Velmi hladký povlak AlTiN s vysokým obsahem hliníku

Oblast aplikací

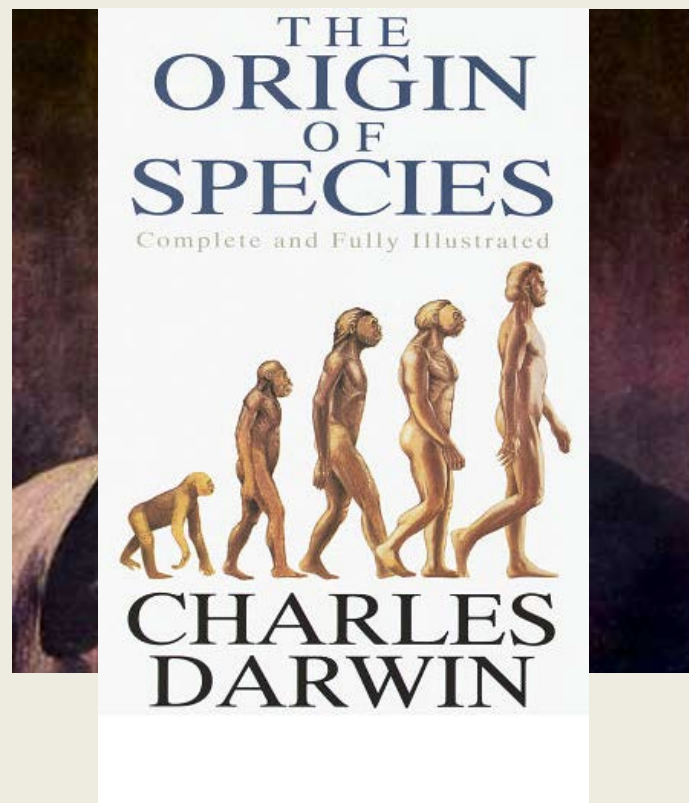
Náročné aplikace vyžadující velmi nízkou drsnost povrchu nástroje
 - vrtání, hluboké vrtání
 - závitování
 - frézování a vystružování



Základní vlastnosti povlaku

Mikrotvrdość (GPa)	Tloušťka (μm)	Drsnost Ra (μm)	Tepelná stabilita (°C)
43	1 - 6	0,05 - 0,10	> 900

Od 2010



*Charles Darwin (*1809 – †1882)*

„It is not the strongest species that survives nor the most intelligent but the one that will react to changes in the quickest way“

„Nejsou to nejsilnější jedinci, kteří přežijí, ani ti nejinteligentnější, ale ti, kteří na změny reagují nejrychleji“

TripleCoatings³®

Jako Novinku nabízíme

povlaky typu TripleCoatings³®,
které připravujeme na zařízeních Pi300

TripleCoatings³® jsou povlaky určené pro velmi náročné aplikace a proto je doporučujeme v případech speciálních požadavků po konzultaci s naším obchodně technickým oddělením.

Tyto povlaky nabízíme
ve dvou základních variantách:

■ TripleCoating-MARWIN

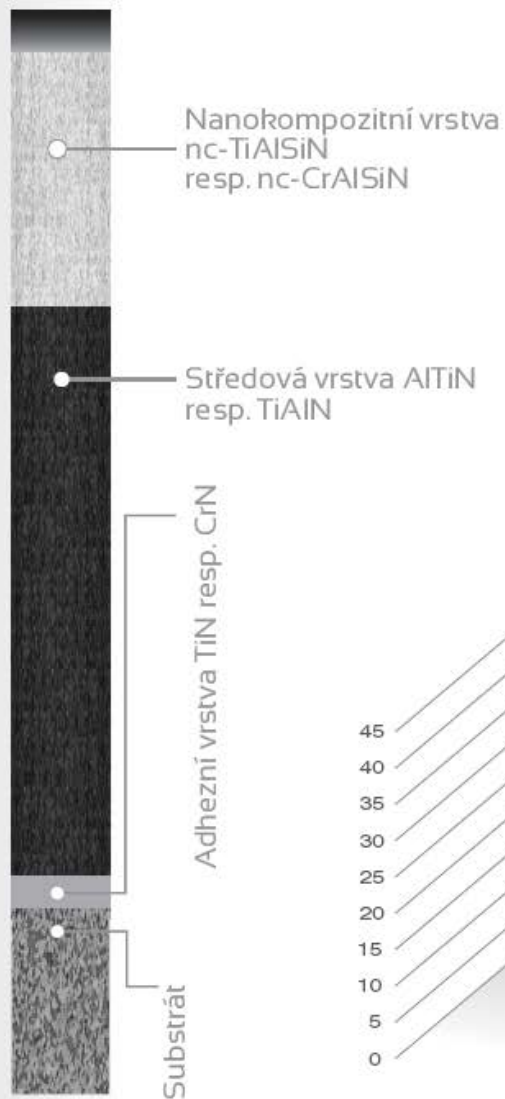
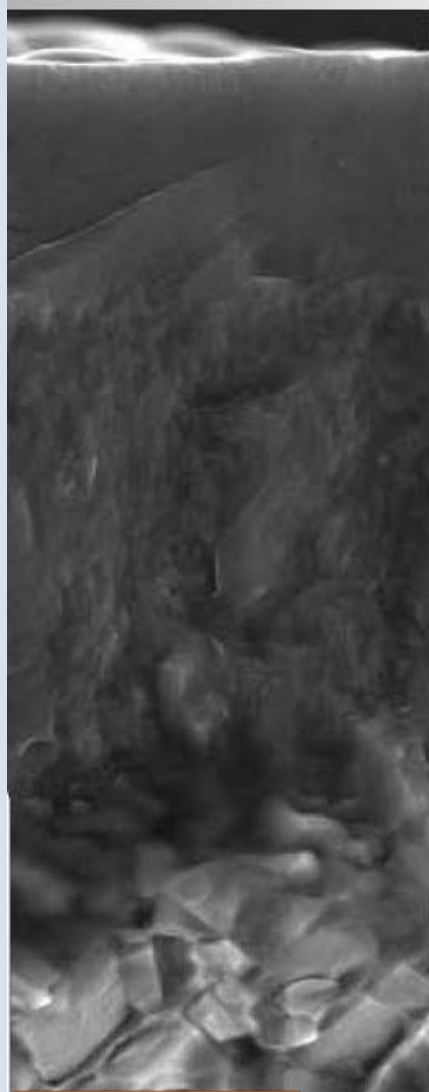
TiN + AlTiN + TiAlSiN

■ TripleCoating-ALWIN

CrN + TiAlN + CrAlSiN

Od 2010





TripleCoatings³®

Příklad aplikace
**Suché frézování
kalené oceli 60HRC**

- **Podmínky:**
vc = 100 m/min, fz = 0,08 mm,
ap = 3 mm, ae = 0,5 mm
- **Obráběný materiál:**
kalená ocel 19436; 60 HRC
- **Nástroj:**
dvoubřítá HM fréza, Ø10 mm

